

УДК 632.3:635.649:631.527

ПРЕДБРИДИНГ ПЕРЦА СЛАДКОГО (*CAPSICUM ANNUUM* L.) НА УСТОЙЧИВОСТЬ К ВИРУСУ БРОНЗОВОСТИ ТОМАТА (TSWV)

И.А. Енгалычева, О.Н. Пышная, Е.Г. Козарь

Всероссийский НИИ селекции и семеноводства овощных культур, Москва

Вирус бронзовости томата (Tomato spotted wilt virus – TSWV) на культуре перца сладкого (*Capsicum annuum* L.) в последние годы получил широкое распространение во многих странах мира. Устойчивых сортов к TSWV среди представителей *Capsicum annuum* L. ни в нашей стране, ни за рубежом нет. Генетическая устойчивость к TSWV обнаружена у трех линий *Capsicum chinense* L. Цель наших исследований – создание исходного материала для селекции перца сладкого на устойчивость к TSWV. Нами была разработана методика оценки устойчивости перца сладкого к *Tomato spotted wilt virus*. В качестве насекомого-переносчика использовали популяцию трипса. Для этого создан провокационный инфекционный фон на базе изолированной зимней теплицы для размножения и поддержания популяции вирофорного табачного трипса (*Thrips tabaci*). В процессе онтогенеза описаны симптомы проявления TSWV на растениях перца сладкого. Установлено, что оценку пораженности сортообразцов перца сладкого вирусом бронзовости томата следует проводить в фазу цветения, начала плодообразования и биологической спелости плодов по разработанной 5-балльной шкале. Определяющей стадией для дифференциации образцов на группы устойчивости является оценка по листьям и плодам в фазу биологической спелости плодов. Проведенная в течение нескольких лет визуальная оценка и данные иммуноферментного анализа позволили выделить толерантные к TSWV образцы: Шоколадная красавица, Шоколадный, Белоснежка, Болер, Адепт, Чага, Агач.

Ключевые слова: перец сладкий, вирус бронзовости томата, сортообразец, устойчивость, методика оценки.

Известно около 20 вирусов, встречающихся на растениях рода *Capsicum* в естественных условиях, и более 40 вирусов, способных поражать различные виды перца при искусственном заражении [Horvath J., 1986]. Анализ литературы и проведенная нами диагностика вирусных забо-

леваний на перце сладком показала, что в условиях защищенного грунта Московской области идентифицированы вирус табачной мозаики (Tobacco Mosaic Virus – TMV), вирус огуречной мозаики (Cucumber Mosaic Virus – CMV), X-вирус картофеля (Potato virus X – PVX), вирус бронзо-

востости томата (Tomato spotted wilt virus – TSWV), Y-вирус картофеля (Potato virus Y – PVY), вирус мозаики люцерны (Alfalfa mosaic virus – AMV), вирус томатной мозаики (Tomato Mosaic Virus – ToMV) [Власов и др., 1992; Новиков и др., 1994; Мишин и др., 1996, 1997, 1998; Можаяева, Гирсова, 2003; Енгальцева, 2007]. За рубежом в последнее время по степени вредоносности на культуре перца (*Capsicum L.*) в открытом и защищенном грунте выделяется вирус бронзовости томата (TSWV), который является ответственным за значительные экономические потери во всем мире [Rosello et al., 2000]. Так, в годы эпифитотий потери урожая в Испании, Италии, Бразилии достигают 49–69% [Boiteux, Nagata et al., 1993; Vicchi and Talame, 1994; Jorda, 1996]. Отдельные симптомы этого заболевания в СНГ были зарегистрированы впервые в Грузии в 1941 году, а в южных регионах РФ – в 80-х годах прошлого столетия на культуре томата [Власов, 1980]. С 1999 года в условиях пленочных теплиц ВНИИССОК TSWV снижал продуктивность растений перца сладкого до 70–80%, а в 2000 году сильная эпифитотия привела практически к полной гибели растения производственных и селекционных посадок [Пышная, 2005].

TSWV (вирус бронзовости томата, вирус пятнистого увядания томата) принадлежит к роду *Tospovirus*, семейству Bunyaviridae, порядку Mononegavirales. Частицы изометрические, диаметром около 85 нм, с коэффициентом седиментации 560 S. Точка тепловой инактивации 42 °С, хранится несколько часов. Вирусные частицы содержит РНК, белок и липиды. TSWV нестабилен, в связи с чем его структура окончательно не исследована. В природе вирус сохраняется и распространяется с помощью табачного трипса (*Thrips tabaci*), а в последние годы – калифорнийского трипса (*Frankliniella occidentalis*), которые переносят вирус персистентным способом. Инфицируются вирусом

бронзовости томата только личинки; минимальное время инфицирования составляет 15–30 минут. Инкубационный период у *T. tabaci* длится от 4-х до 18-ти суток [Станчева, 2005]. Установлено, что переносчиком TSWV в условиях Московской области является табачный трипс.

Показано, что сверхчувствительная реакция перца к TSWV обусловлена наличием гена *Tsw*, обнаруженного в трех линиях *C. chinense* Jacq. (P1 152225, P1 159236 и P1 7204). Все эти линии имели различные аллели *Tsw*, находящиеся в одних и тех же локусах хромосом. Устойчивость, контролируемая геном *Tsw*, полностью проявляется при более низких температурах (20–25 °С) и в значительной степени снижается при 32 °С и выше [Moury et al., 2000]. *Tsw*-ген находится в отдаленной от центра части хромосомы 10 [Jahn et al., 2000]. Среди представителей *C. annuum* L. устойчивых сортов к вирусу бронзовости томата нет.

Хотя распространение вируса бронзовости томата на культуре перца сладкого у нас в стране пока еще носит очаговый эпизодический характер, но селекционная работа на упреждение должна вестись непрерывно, поскольку в последнее время появляются сообщения о появлении нового вирулентного штамма TSWV перца, поражающего растения с геном устойчивости *Tsw* в Венгрии, где этот штамм начали систематически обнаруживать с 2012 года [Almasi, 2014]. По мнению автора, основной причиной его появления считается слабая борьба с западным цветочным трипсом *Frankliniella occidentalis*, являющегося вектор-переносчиком TSWV и исключение в последние годы из списка разрешенных пестицидов ряда эффективных препаратов для борьбы с ним.

В связи с этим целью нашей работы являлись разработка методов оценки и отбора исходного селекционного материала и создание исходного материала для селекции перца сладкого на устойчивость к TSWV.

Методика исследований

Научные исследования во ВНИИ селекции и семеноводства овощных культур проводили на базе трех лабораторий: селекции и семеноводства пасленовых культур, молекулярных и гаметных методов селекции, иммунитета и защиты растений в 2003–2014 годах. Материалом исследований являлись 102 коллекционных и селекционных образца перца сладкого генофонда ВНИИССОК.

На основании многолетних исследований была разработана методика оценки толерантности перца сладкого к вирусу бронзовости томата, которая включает:

- создание провокационного инфекционного фона на базе изолированной зимней теплицы для размножения и поддержания виروفормного трипса;
- оценку пораженности сортообразцов перца сладкого вирусом бронзовости томата в фазу цветения, начала плодообразования и биологической спелости плодов с помощью методов визуальной диагностики по разработанной 5-балльной шкале, иммуноферментного анализа, экспресс-метода с применением иммунострипов;
- дифференциацию сортообразцов перца сладкого по степени устойчивости к TSWV.

В качестве стандарта восприимчивости к вирусу бронзовости томата рекомендуется использовать сорт перца сладкого Карлик.

Визуальную диагностику степени зараженности сортообразцов перца сладкого на устойчивость к TSWV проводили в дина-

мике по разработанной нами 5-балльной шкале [Методические рекомендации по оценке..., 2007]. Содержание антигенов вируса в растениях определяли методом иммуноферментного анализа по сэндвич-варианту с использованием реагентов фирмы *Agdia*. ИФА проводили совместно с сотрудниками ВНИИ фитопатологии Н.В. Гирсовой и К.А. Можаяевой. Оценку результатов иммуноферментного анализа (ИФА) проводили с помощью спектрофотометра при длине волны 480 нм, определяя относительную концентрацию вирусных частиц в пробах по коэффициентам экстинкции [Uerachi et al., 1995]. По результатам визуальной оценки и ИФА в фазу биологической спелости плодов определяли степень устойчивости образцов к вирусной инфекции.

Для идентификации вируса табачной мозаики, вируса томатной мозаики, вируса огуречной мозаики, X-вируса картофеля в течение всего периода вегетации применяли иммунологический экспресс-метод диагностики заболеваний с использованием иммунострипов фирмы *Agdia*.

В течение всего вегетационного периода проводили фенологические наблюдения и описание морфологических признаков по методике УПОВ [1994]. Оценку хозяйственно ценных признаков проводили согласно «Методическим указаниям по селекции сортов и гибридов перца сладкого и баклажана» [1997].

Результаты исследований

В процессе онтогенеза симптомы TSWV на растениях перца сладкого в условиях теплиц (Московская область)

проявлялись следующим образом: в фазе бутонизации на молодых верхушечных листьях появлялись пятна жел-

то-коричневой окраски. К началу фазы плодоношения на стеблях, ветвях, черешках, плодоножках появлялись продольные кольца желто-коричневого цвета. Часто наблюдалась очень сильная некротизация, приводящая к быстрой гибели отдельных побегов или целого растения. На плодах появлялись бронзовые или желтые зональные пятна (в зависимости от окраски плода). Зачастую пораженные ткани плода отмирали и приобретали вид вдавленных буро-коричневых колец. Однако у отдельных растений, при поражении на ранних стадиях развития, наблюдали отмирание точки роста и верхней части стебля, пораженных этим вирусом, и новое отрастание внешне здоровых побегов, на которых затем образовывались стандартные плоды.

На основе разработанной методики был изучен достаточно обширный материал перца сладкого различного генетического и географического происхождения по при-

знаку устойчивости к TSWV. Массовое проявление симптомов на растениях, как правило, было приурочено к периоду начала образования плодов. Проведенная в период начала плодообразования балльная оценка образцов значимо коррелировала с результатами оценки этих образцов в период биологической спелости плодов ($r = 0.87$), что дает возможность провести первый негативный отбор в фазу начала образования плодов, удаляя растения с баллом поражения более 3.0. Однако определяющей стадией для дифференциации образцов на группы устойчивости является оценка в фазу биологической спелости плодов, по результатам которой образцы распределяли на 5 групп устойчивости (табл. 1). При этом наибольший интерес для селекции представляют образцы, у которых высокая степень устойчивости отмечается на протяжении всего периода вегетации, а потеря урожая не превышает 15%.

Таблица 1. Распределение образцов перца сладкого по степени устойчивости к TSWV

Степень устойчивости	Степень развития болезни, %	Средний балл поражения*	Коэффициент экстинции**	Группа устойчивости
Устойчивые	0	0	$k < 0.1$	I
Толерантные	0.1–25.0	0.1–1.0	$0.1 \leq k < 0.2$	II
Слабовосприимчивые	25.1–40.0	1.1–1.6	$0.2 \leq k < 0.5$	III
Средневосприимчивые	40.1–55.0	1.7–2.2		IV
Сильновосприимчивые	55.1–100	2.3–4.0	$k > 0.5$	V

* – согласно шкале пораженности при визуальной оценке [Методические указания, 2007]

** – согласно градации пораженности вирусами по данным ИФА [Uerachi et al., 1995].

Проведенная в течение нескольких лет визуальная оценка и данные иммуноферментного анализа позволили выделить семь толерантных к TSWV образцов, что составило 8% от всей изученной коллекции (табл. 2). В это число вошли следующие сортообразцы перца сладкого: Шоколадная красавица, Шоколадный, Белоснежка, Болер, Адепт, Чага, Агач. При высоком общем фоне поражения появление признаков вирусной инфекции на листьях и плодах у данных образцов началось только в фазу биологической спелости плодов. По результатам ИФА в данных образцах содержание вируса в соке было незначительным (коэффициент экстинции 0.114–0.185). Степень развития болезни по итоговой оценке у них была невысокой и составила 8.9–22.5%, в основном за счет поражения листьев. Плоды в целом не изменяли своих товарных качеств – по окраске, средней массе и толщине стенки перикарпия они соответствовали стандарту и не уступали плодам контрольных незараженных растений. Лишь на некоторых плодах появлялись немногочисленные точечные некрозы, что приводило, хоть и незначительной, но к потере урожая (около 10%).

Для селекции на устойчивость представляют также интерес 11 образцов из слабовосприимчивой группы, у которых коэффициент экстинции был ниже 0.2, а степень развития болезни не превышала 36% (табл. 2). При этом первые симптомы поражения в виде хлоротичности и морщинистости молодых верхушечных листьев у образцов этой группы Г-45 и Маяк проявлялись в фазе цветения, а у образцов Желтый букет, Л-113, Л-Сибиряк и Медаль – в фазе начала плодообразования. В фазу биологической спелости плодов симптомы на листьях становились более выраженными, инфекция распространилась также на листья среднего и нижнего ярусов. У образцов Л-238, F₁ Екатерина, Шар, Бианка красная и Пурпурная красавица

Таблица 2. Характеристика толерантных и слабовосприимчивых образцов перца сладкого к TSWV в условиях теплиц Московской области

Название образца	Степень развития болезни, %			Коэффициент экстинции	Потеря урожая, %
	I*	II*	III*		
Карлик – st. восприимчивости	12.5	72.9	100	0.492	88
Толерантные					
Шоколадная красавица	0	0	8.9	0.167	6
Шоколадный	0	0	11.5	0.114	8
Л-Чага	0	0	12.5	0.170	5
Л-Агач	0	0	17.5	0.180	6
Белоснежка	0	0	13.8	0.185	7
Болер	0	0	13.8	0.175	13
Адепт	0	0	22.5	0.137	8
Слабовосприимчивые					
Желтый букет	0	6.8	28.7	0.127	11
Г-45	2.5	6.3	29.3	0.185	12
Л-238	0	0	30.5	0.119	11
Л-Сибиряк	0	3.1	31.3	0.124	11
Л-113	0	3.1	31.3	0.118	13
F ₁ Екатерина	0	0	33.3	0.125	15
Бианка красная	0	0	34.7	0.124	10
Пурпурная красавица	0	0	35.0	0.184	11
Маяк	4.8	10.5	34.7	0.112	8
Медаль	0	15.4	30.8	0.157	10
Шар	0	0	35.4	0.190	9

* I – фаза цветения.

II – фаза начала плодообразования.

III – фаза биологической спелости

появление симптомов поражения TSWV отмечали только на стадии биологической спелости плодов. Плоды в группе выделенных слабовосприимчивых образцов были поражены в значительно меньшей степени, чем листья, поэтому потери урожая, так же как и в группе толерантных, были незначительны – менее 15%.

Проведенный анализ балльной оценки индивидуальных растений выявил различную вариабельность признака устойчивости к вирусной инфекции внутри образцов. Причем, как правило, популяции толерантных и слабовосприимчивых образцов были более выровнены по данному признаку и характеризовались низкой вариабельностью по сравнению с сильновосприимчивыми (табл. 3). Ряд образцов, отнесенных к группе сильновосприимчивых, по степени поражения растений (балл) имели высокие коэффициенты вариации ($V > 30\%$). Это указывает на возможность вовлечения средне- и сильнопоражаемых образцов в селекционный процесс создания вирусоустойчивого исходного материала методом индивидуального отбора. Поскольку вирус бронзовости томата передается только насекомым-переносчиком, но не семенами, это позволяет при работе на провокационном инфекционном фоне получить безвирусный материал перспективных форм.

Таблица 3. Вариабельность признака «устойчивость-восприимчивость» к TSWV в популяциях перца сладкого

Группа устойчивости	Образец	Балл поражения	
		$X \pm S_x$	V, %
толерантные	Шоколадная красавица	0.51±0.04	7.4
	Шоколадный	0.44±0.05	11.4
	Болер	0.55±0.07	12.7
слабовосприимчивые	Белоснежка	0.56±0.05	8.9
	Шар	1.35±0.04	2.9
сильновосприимчивые	Marstur	3.41±1.20	35.2
	Д-9	2.95±1.17	39.5
	Златозар	2.80±1.69	60.2
	Л-115	3.30±0.95	28.7
	F ₃ Король Артур	3.30±1.49	45.3
	Л-117	3.15±1.00	31.8

Селекционная работа, помимо образцов толерантных групп, проводилась и с восприимчивыми образцами Marstur, Д-9, Златозар, Л-115, F₃ Король Артур, Л-117, имеющих высокую вариабельность по признаку устойчивости к TSWV. Из популяций отбирали растения с баллом поражения 0–1.5, без выраженных симптомов поражения вирусной инфекцией на плодах, типичным типом куста, имеющих невысокий процент потери урожая. Представляющие интерес растения этикетировали и в конце вегетации собирали семена.

В результате индивидуального отбора в потомстве четвертого поколения, относящемся по степени устойчи-

вости к толерантной группе, появились бессимптомные растения с баллом поражения 0, которые можно отнести к группе устойчивых: в образце Шоколадный, например, они составили 50%, в образце Белоснежка – 38% от общей структуры популяции.

Достаточно высокого эффекта достигли и при работе с сильновосприимчивыми образцами, у которых в структуре популяции процент сильновосприимчивых растений исходно составлял 60–90% (рис.). В результате селективного отбора степень развития болезни в их потомстве снизилась в 2.5–3 раза за счет увеличения доли толерантных форм. Причем, как и в группе толерантных, в образцах Marstur, Златозар, Л-Сибиряк и Король Артур около 35% от всей структуры популяций составляли устойчивые растения, не имеющие видимых признаков поражения листьев и плодов (с баллом поражения 0).

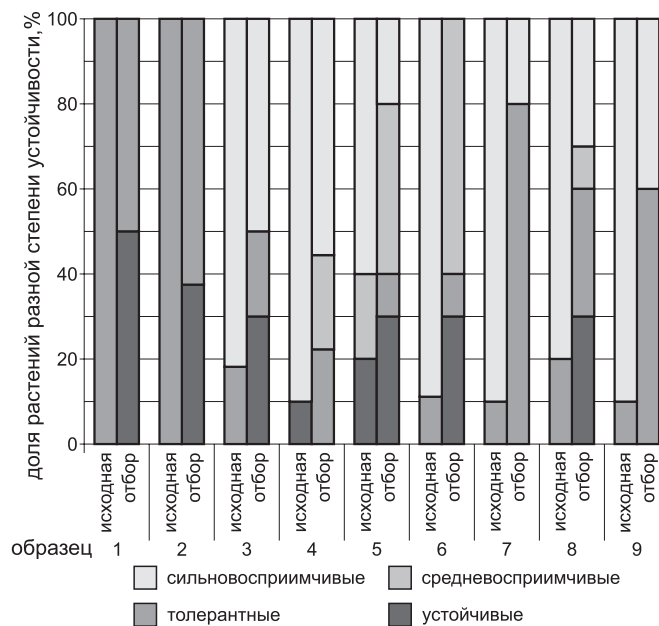


Рисунок. Эффективность отбора на устойчивость к вирусной инфекции популяций перца сладкого: толерантные: 1 - Шоколадный; 2 - Белоснежка; сильновосприимчивые: 3 - Marstur; 4 - Д-9; 5 - Златозар; 6 - Л-Сибиряк; 7 - Л-115; 8 - F₃ Король Артур; 9 - Л-117

В итоге, потери урожая в отселектированных линиях перца сладкого снизились в 3–8 раз. Полученные в ходе работы линии имеют ряд важных морфологических и хозяйственно ценных признаков. Было также отмечено, что образцы с коричневой окраской плода и сильным антоцианом в листьях в меньшей степени поражаются вирусной инфекцией. Так, коэффициенты корреляции между средним баллом поражения в фазу биологической спелости плодов, признаками «окраска плода», «наличие антоциана в листьях» составили $r = -0.54$ и $r = -0.50$ соответственно.

Заключение

В результате проведенных исследований разработана адаптированная к условиям России методика оценки устойчивости перца сладкого к вирусу бронзовости томата. Выделены сортообразцы перца сладкого, в результате селективного отбора в различных по устойчивости популяциях получены линии, представляющие практический интерес для селекции как источник устойчивости к вирус-

ной инфекции для условий защищенного грунта Нечерноземной зоны РФ. В селекционный процесс по созданию исходного материала перца сладкого с устойчивостью к TSWV могут быть включены как толерантные, так и средне- и сильновосприимчивые образцы, у которых отмечается высокая вариабельность по данному признаку внутри сортопопуляций ($Cv = 31.79 - 60.23\%$).

PRE-BREEDING OF SWEET PEPPER FOR RESISTANCE TO TOMATO WILT VIRUS (TSWV)

I.A. Engalycheva, O.N. Pyshnaya, E.G. Kozar

*All-Russian Research Institute of Vegetable Breeding and Seed Production,
Odintsovo district, Moscow region, Russia*

Using the developed method of evaluation, sweet pepper varieties of different genetic and geographic origin were studied on resistance to Tomato spotted wilt virus (TSWV). As a result of selection from different populations, the promising lines were developed as a source of virus resistance in conditions of protected area of Non-Chernozem region of Russia. TSWV was widely adopted in many countries of the world on culture of pepper sweet (*Capsicum annuum* L.) in recent years. Steady TSWV grades among representatives of *C. annuum* were absent in Russia and abroad. Genetic resistance to TSWV was found in three *C. annuum* lines. The purpose of the researches was creation of initial material for selection of the pepper sweet on resistance to TSWV. A technique of assessment of stability of pepper sweet to TSWV was developed. Thrips was used as an insect carrier. For this purpose the provocative infectious background was created on the basis of isolated winter greenhouse for reproduction and maintenance of the tobacco thrips population (*Thrips tabaci*). Symptoms of TSWV manifestation on pepper sweet plants were described in the ontogenesis. Five-mark scale was established for the assessment of the pepper sweet varieties infected with the virus in blossoming phase, beginning of fructification and biological ripeness of fruits. The defining stage for differentiation of samples by groups of stability is the virus assessment on leaves and fruits in the phase of biological ripeness of fruits. The visual assessment was carried out within several years, and data of the immune-enzyme analysis allowed allocating samples tolerant to TSWV: Shokoladnaya krasavitsa, Shokoladnyi, Belosnezhka, Boler, Adept, Chaga, Agach.

Keywords: sweet pepper; tomato spotted wilt virus (TSWV); variety; resistance; method of evaluation.

Библиографический список (References)

- Власов Ю. И. Вирусные и микоплазменные болезни растений. М.: Колос, 1992. 239 с.
- Верба В.М., Капустина Р.Н. 15-я Международная конференция Eucarpia по генетике и селекции перца сладкого и баклажана / Гавриш. 2013. N 6. С. 28–30.
- Енгальчева И.А. Создание исходного материала перца сладкого (*Capsicum annuum* L.) с комплексной устойчивостью к вирусным болезням и пониженным температурам: автореф. канд. дис... М., 2007. 23 с.
- Пивоваров В.Ф., Пышная О.Н., Мамедов М.И., Балашова И.Т., Гуркина Л.К., Козарь Е.Г., Енгальчева И.А. Методические рекомендации по оценке и созданию исходного материала перца сладкого с устойчивостью к вирусу бронзовости томата. М., 2007. 18 с.
- Методические указания по селекции сортов и гибридов перца сладкого, баклажана для открытого и защищенного грунта. М., 1997. 38 с.
- Мамедов М.И., Пышная О.Н., Мишин С.П. Итоги работ по селекции перца сладкого на комплексную устойчивость к вирусным заболеваниям и пониженным температурам // Селекция и семеноводство овощных культур. М., 1999. С. 204–216.
- Мишин С.П. Создание исходного материала для селекции перца сладкого с комплексной устойчивостью к ВТМ, ВОМ и пониженным положительным температурам: автореф. канд. дис... М., 1998. 115 с.
- Можжаева К.А., Гирсова Н.В. Основные вирусные болезни овощных культур защищенного грунта // АГРО XXI. 2003. N 1. С. 30–31.
- Пышная О.Н. Научное обоснование системы методов селекции и семеноводства перца сладкого и острого для средней полосы России: автореф. докт. дис. М., 2005. 46 с.
- Almási A.I., Csilléry G., Csömör Z., Nemes K., Palkovics L., Salánki K., Tóbiás I. Phylogenetic analysis of Tomato spotted wilt virus (TSWV) NSs protein demonstrates the isolated emergence of resistance-breaking strains in pepper / *Virus Genes*. 2014. 50(1):71–78.
- Rosello S., Dies M.J., Nuez F. Viral diases causing the greatest losses to the tomato crop. I. The tomato spotted wilt virus – a review // *Scienia horticulturae*.-1996. Vol. 67(4). P.117–150.
- Boiteux L.S., Nagata T., Durta W.P., Fonseca M. Sources of resistance to tomato spotted wilt virus in cultivated and species of *Capsicum* // *Euphytica*, 1995. 67. P. 89–94.
- Horvath J. Compatible and incompatible relations between *Capsicum* species and viruses. I. Review // *Acta Phytopath. Ent Hung.*, 1986. 21. P. 35–49.
- Jahn M., Paran I., Hoffmann K., Radwanski E.R., Livingstone K.D., Grube R.C., Aftergoot E., Lapidol M., Moyer J. Genetic mapping of the Tsw locus for resistance to the tospovirus tomato spotted wilt virus in *Capsicum* spp. and its relationship to the Sw-5 gene for resistance to the same pathogen in tomato // *Mol. Plant Microbe Interact*. 2000. Vol.13. P. 673–682.
- Moury B., Pflieger S., Blattes A., Lefebvre V., Palloix A. A CAPS marker to assist selection of tomato spotted wilt virus (TSWV) resistance in pepper / *Genome*. 2000. V.43. P. 137–142.
- Rosello S., Dies M.J., Nuez F. Viral diases causing the greatest losses to the tomato crop. I. The tomato spotted wilt virus – a review // *Scienia horticulturae*. 1996. Vol. 67. P. 117–150.
- Vicchi V. and Talame M. Severe infections of TSWV on *Capsicum* crops in greenhouses in Marche // *Informatore Agario*. 1994. P. 71–73.

Translation of Russian References

- Engalycheva I.A. Creation of initial material of pepper sweet (*Capsicum annuum* L.) with complex resistance to viral diseases and lowered temperatures. PhD Thesis. Moscow, 2007. 23 p. (In Russian).
- Mamedov M.I., Pyshnaya O.N., Mishin S.P. Results of works on selection of pepper sweet on complex resistance to viral diseases and lowered temperatures. In: *Seleksiya i semenovodstvo ovoshchnykh kul'tur*. Moscow, 1999. P. 204–216. (In Russian).
- Methodical instructions on selection of grades and hybrids of pepper sweet, eggplant for open and protected soil. Moscow, 1997. 38 p. (In Russian).
- Mishin S.P. Creation of initial material for selection of pepper sweet on complex resistance to TMV, CMV and lowered positive temperatures. PhD Thesis. Moscow, 1998. 115 p. (In Russian).
- Mozhaeva K.A., Girsova N.V. Main viral diseases of vegetable cultures on the protected ground. АГРО XXI. 2003. N 1. С. 30–31. (In Russian).
- Pivovarov V.F., Pyshnaya O.N., Mamedov M.I., Balashova I.T., Gurkina L.K., Kozar' E.G., Engalycheva I.A. Methodical recommendations on assessment and creation of initial material of pepper sweet with resistance to Tomato spotted wilt virus. Moscow, 2007. 18 p. (In Russian).
- Pyshnaya O.N. Scientific justification of methods of selection and seed farming of sweet pepper and hot pepper for midland of Russia. DSc Thesis. Moscow, 2005. 313 p. (In Russian).
- Verba V.M., Kapustina R.N. 15th International Eucarpia conference on genetics and selection of pepper sweet and eggplant. Gavrish. 2013. N 6. С. 28–30. (In Russian).
- Vlasov Yu. I. Viral and mycoplasmal diseases of plants. Moscow: Kolos, 1992. 239 p. (In Russian).

Сведения об авторах

Всероссийский НИИ селекции и семеноводства овощных культур, ул. Селекционная, 14, 143080 п. ВНИИССОК, Одинцовский р-н, Московская обл., Российская федерация.
*Енгальчева Ирина Александровна. Старший научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук, e-mail: engirina1980@mail.ru
Пышная Ольга Николаевна. Зам. директора по научной работе, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Козарь Елена Георгиевна. Ведущий научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук, e-mail: kozar_eg@mail.ru

* Ответственный за переписку

Information about the authors

All-Russian Research Institute of vegetable breeding and seed production 143080, Russia, Moscow region, Odintsovo district, p. VNISSOK, Selectionnaya street, 14, Russian Federation
*Engalycheva Irina Alexandrovna. Senior Researcher, PhD in Agriculture, e-mail: engirina1980@mail.ru
Pyshnaya Olga Nikolayevna. Deputy director, DSc in Agriculture, Professor
Kozar Elena Georgievna. Leading Researcher, PhD in Agriculture, e-mail: kozar_eg@mail.ru

* Responsible for correspondence